Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 381-384 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 381-384 (2557)

การศึกษาผลของความเร็วลมในห้องรมต่อการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในลำไยสดในเขตภาคเหนือ

Study on the Effects of Air Velocity in Fumigation Room on Sulfur Dioxide Residue in Fresh Longans in Northern Region

สมเพชร เจริญสุข[1] วิทยา อภัย[1] เกรียงศักดิ์ นักผูก[2] สนอง อมฤกษ์[2] และนิพัฒน์ สุขวิบูลย์[1]

Sompetch Charoensuk[1], Wittaya Apai[1], Kriangsak Nakphuk[2], Sanong Amaroek[2] and Nipat Sukhvibul [1]

Abstract

The experiment on fumigation of longan with sulfur dioxide (SO_2) was studied in collaboration with a longan exporter in the northern region of Thailand. The fumigation was done by burning sulfur powder 2.6 kg inside the fumigation room of 34.57 m^3 (2.94 x 4.90 x 2.40 m; W x L x H) containing 256 baskets of longan (2,944 kg). The baskets of longan stacked in 8 layers on top of the wooden pallets. There were 8 pallets arranged equally spaced in the fumigation room. This study was to find out the SO_2 residue in the longan flesh as affected by the air circulation inside the fumigation room. Treatments were; A) placing the industrial fan of 45 inches diameter driven one-half horse power at the front portion of the stacks, B) placing the fan at the back of the stacks, and C) placing the fans one in front and one at the back of the stacks by adjusting the font fan tilted downward, and upward for the back fan. Longan samples were taken from every basket for SO_2 residue in the longan flesh (AOAC, 2005 method) at the end of the fumigation process. Residue SO_2 in longan flesh were 20.78, 33.32, 63.99 mg/kg for treatment A, B, and C, respectively. The residue of treatment C was higher than the allowable limit, 50 mg/kg. SO_2 could easily penetrate into the fruit by the effect of circulation air velocity.

Keywords: Sulfur dioxide, Fumigation plant, Industry electric circulated air system

บทคัดย่อ

ศึกษาการทดสอบการรมควันลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ร่วมกับผู้ประกอบการลำไยในระดับการค้าในเขตภาคเหนือด้วยวิธีการเผาผงกำมะถันน้ำหนัก 2.6 กก. ในห้องรมขนาด 34.57 ลบ.ม. (2.94 x 4.90 x 2.40 ม.; กว้าง x ยาว x สูง) มีความจุตะกร้าลำไยรวม 256 ตะกร้า (2,944 กก.) จัดเรียงตะกร้าเรียงบนพาเลทไม้ รวม 8 พาเลทๆ ละ 8 ชั้นจัดระยะห่างระหว่างพาเลทให้เท่ากัน วัตถุประสงค์ของการทดลอง คือ ศึกษาผลของความเร็วลมที่ไหลผ่านตะกร้าและพาเลทในห้องรมต่อการตกค้างของSO_2 ในเนื้อผลลำไย โดยเปรียบเทียบห้องรม 3 แบบที่มีการติดตั้งพัดลมอุตสาหกรรมขนาดเดียวกันครึ่งแรง Ø เท่ากับ 45 นิ้ว ในห้องรมแตกต่างกัน ได้แก่ ได้แก่ A) แบบใช้พัดลมอุตสาหกรรม จำนวน 1 ตัว ติดตั้งที่หน้าประตูห้องรมควันปรับมุมเอียงลงเล็กน้อย B) แบบใช้พัดลมอุตสาหกรรม จำนวน 1 ตัว ติดตั้งที่หลังห้องรมควันปรับมุมเอียงลงเล็กน้อย และ C) แบบใช้พัดลมอุตสาหกรรมจำนวน 2 ตัว ติดตั้งที่ตำแหน่งด้านหน้าปรับมุมเอียงลงและหลังห้องรมควันโดยปรับมุมเอียงขึ้นให้ทิศทางลมกระจายทั่วถึง เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการรมควัน ทำการสุ่มผลลำไยในตะกร้าทุกชั้น และทุกพาเลท นำไปวิเคราะห์หาค่าตกค้าง SO_2 ทันทีด้วยวิธี AOAC (2005) ผลการทดลองพบว่าค่าการตกค้าง SO_2 ในเนื้อโดยเฉลี่ยแบบที่ 1, 2 และ3 เท่ากับ 20.78, 33.32 และ 63.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยแบบที่ 3 พบค่าการตกค้างของ SO_2 ในส่วนเนื้อเฉลี่ยเกินค่ามาตรฐานมากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากมีความเร็วลมที่สูงที่สุดทำให้ก๊าซ SO_2 ซึมเข้าไปในผลลำไยได้มากขึ้น

คำสำคัญ: ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, โรงรม, ระบบการหมุนเวียนอากาศแบบพัดลมอุตสาหกรรม

คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้ส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย และจำเป็นต้องผ่านการรมควันด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์สำหรับยืดอายุการเก็บรักษา ตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ ประเทศจีน อินโดนีเซีย เวียดนาม สิงคโปร์ มาเลเซีย ปริมาณการส่งออกสูงถึง 90% ของลำไยทั้งหมดที่ผลิตในประเทศในปัจจุบัน โรงรมควันในเขตภาคเหนือเป็นโรงรมแบบที่ยังใช้ระบบการเผาผงกำมะถัน

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50000

[1] Office of Agricultural Research and Development Region 1, Department of Agriculture, Muaeng District, Chiang Mai 50000

[2] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จ. เชียงใหม่ 50000

[2] Chiang Mai Agricultural Engineering Research Center, Agricultural Engineering Research Institute, Department of Agriculture, Chiang Mai 50000

เพื่อผลิตก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 65 โรงรมและแบบใช้แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากถังโดยตรง 2 โรงรม ปัญหาสำคัญของโรงรมแบบเผา คือ ขั้นตอนการรมแตกต่างกัน ได้แก่ ลำไยเปียกชื้นหรืออายุการเก็บเกี่ยวไม่เท่ากันขณะรมมีผลต่อการดูดซึมก๊าซในผล ความเข้มข้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้สูงเกิน 1.5% บางครั้งพบผู้ประกอบการใช้สูงเกินคำแนะนำทำให้ตกค้างในเนื้อผลสูงเกินค่ามาตรฐาน 50 มก./กก. ผู้ควบคุมการรมขาดการฝึกอบรมการรมควัน ขนาดห้องแตกต่างกันเป็นอุปสรรคต่อปริมาณความจุของตะกร้าและการคำนวณกำมะถันมีผลต่อการกระจายของก๊าซในห้องรมควันไม่สม่ำเสมอ และห้องรมยังมีระบบการหมุนเวียนอากาศในห้องรมหลายแบบ เป็นต้น ปัจจุบันพบว่าข้อมูลการศึกษายังไม่เพียงพอ โดยเฉพาะแบบห้องรมควัน ปัจจุบันพบห้องรมแบบใช้พัดลมหมุนเวียนอากาศมากที่สุด แต่ยังขาดข้อมูลการศึกษาเรื่องความเร็วลมขณะรมควัน ดังนั้นการศึกษาผลของความเร็วลมในห้องรมต่อการตกค้างเป็นสิ่งจำเป็น

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองดำเนินการที่โรงรมในจังหวัดลำพูน เดือนกรกฎาคม 2554 ห้องรมขนาด 2.94 x 4.90 x 2.40 (34.57 ม^3) จัดเรียงตะกร้ารวม 8 พาเลทๆ ละ 8 ชั้นๆ ละ 4 ตะกร้า รวม 256 ตะกร้า การทดสอบการไหลเวียนอากาศในห้องรมโดยเปรียบเทียบการติดตั้งพัดลมอุตสาหกรรมขนาดเดียวกันครึ่งแรง Ø เท่ากับ 45 นิ้ว คือ แตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่ 1) แบบใช้พัดลมอุตสาหกรรม จำนวน 1 ตัว ติดตั้งที่หน้าประตูห้องรมควันปรับมุมเอียงลงเล็กน้อย 2) แบบใช้พัดลมอุตสาหกรรม จำนวน 1 ตัว ติดตั้งที่หลังห้องรมควันปรับมุมเอียงลงเล็กน้อย และ 3) โรงรมที่ห้องรมใช้พัดลมอุตสาหกรรมจำนวน 2 ตัว ติดตั้งที่ตำแหน่งด้านหน้าปรับมุมเอียงลงและหลังห้องรมควันโดยปรับมุมเอียงขึ้นให้ทิศทางลมกระจายทั่วถึง (Figure 1) โดยเริ่มจากการเปิดระบบการหมุนเวียนอากาศในห้องรมที่เรียงตะกร้าเปล่าไว้ วัดความเร็วลมที่ไหลผ่านชั้นตะกร้าและพาเลทด้วยเครื่องมือวัดความเร็วของอากาศแบบ Hot wire probe ณ จุดกึ่งกลางภายในตะกร้าทุกตะกร้าและทุกพาเลท (จักรพงษ์ และคณะ, 2550) เปรียบเทียบความแตกต่างแต่ละชั้นตะกร้าและพาเลทด้วยค่าเฉลี่ย

จากนั้นทดสอบการรมควันลำไยสดด้วยวิธีการเผาผงกำมะถันใช้น้ำหนักลำไย 2,944 กก. ต่อห้องรม อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักลำไย (ตัน) ต่อที่ว่างในห้องรม (ลบ.ม) เท่ากับ 1 ต่อ 12 และน้ำหนักกำมะถัน 2.6 กก. เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการรมควัน ทำการสุ่มผลลำไยในตะกร้าทุกชั้นๆ ละ 1 ตัวอย่าง และทุกพาเลท นำไปวิเคราะห์หาค่าตกค้าง SO_2 ในผล (AOAC, 2005) ทันที และเก็บรักษาต่อที่ 5°C จนครบ 30 วันนำมาตรวจสอบคุณภาพผล

ผลและวิจารณ์ผล

ความเร็วลมโดยเฉลี่ย พบแบบที่ 1, 2 และ3 พบค่าแรงลมเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.59 0.62 และ 0.72 m/s ตามลำดับ (Table 1-3) โดยแบบที่ 3 พัดลมสองตัวปรับมุมไม่ให้สวนทางกันมีค่าสูงกว่า 0.5 m/s ทุกชั้นและทุกพาเลท (Table 3) ค่าความเร็วลมเฉลี่ยแต่ละชั้นตะกร้าที่ 1-10 พบค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 0.54-0.84 m/s เกือบทุกจุดพบค่าสูงกว่า 0.5 m/s อยู่ในเกณฑ์ของจักรพงษ์ และคณะ (2550) ที่กำหนดไว้มีผลทำให้ก๊าซมีโอกาสสัมผัสกับลำไยได้ดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับใช้พัดลมเพียงตัวเดียวพบว่าทั้งแบบที่ 1 และ2 ค่าต่ำที่สุดในตำแหน่งชั้นที่ 8 (Table 1-2) โดยแบบที่ 3 พบแรงลมสูงสุดพาเลทที่ 5 และ6 พบค่า 0.95 และ 0.75 m/s ตามลำดับ (Table 3)

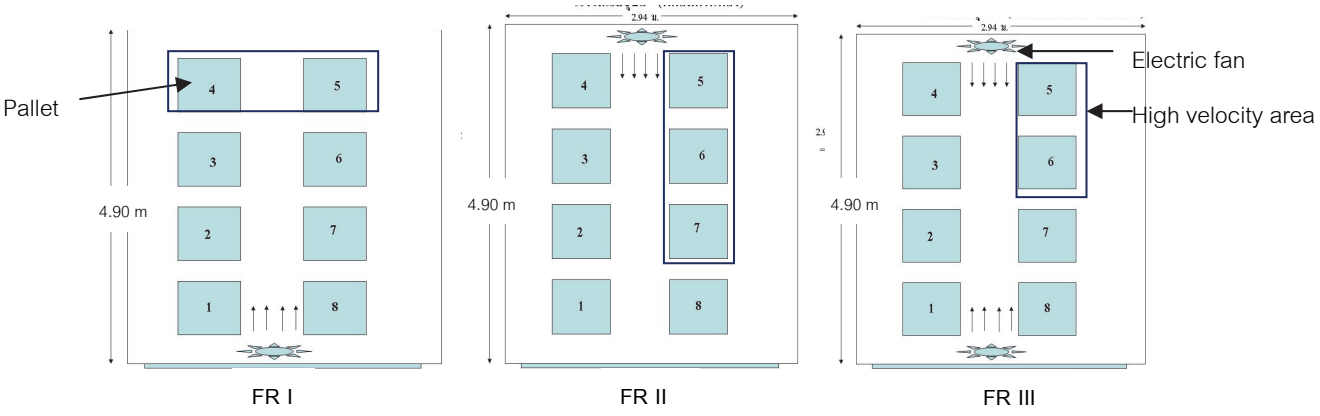

Figure 1 Top view of three types of circulated air system installed in three fumigation rooms; fumigation room FR I: an electric fan installed at the front room position, FR II: Installing an electric fan installed at the back room position, and FR III: two industry electric fans installed at two sides of the front and the back of the fumigation room.

Table 1 Average air flow velocity through empty baskets layer for FR I.

Pallets	Layers								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Mean value
1	0.76	0.52	0.43	0.57	0.83	1.00	0.54	0.40	0.63±0.21
2	0.86	0.65	0.68	0.52	0.74	0.36	0.29	0.28	0.57±0.22
3	0.91	0.72	0.79	0.66	0.59	0.54	0.38	0.36	0.62±0.19
4	0.95	0.85	0.76	0.80	0.57	0.47	0.38	0.34	0.64±0.23
5	0.60	0.53	0.65	0.87	0.82	0.73	0.87	0.71	0.72±0.12
6	0.70	0.47	0.50	0.67	0.69	0.67	0.65	0.43	0.60±0.11
7	0.71	0.44	0.38	0.46	0.56	0.62	0.57	0.38	0.51±0.12
8	0.75	0.62	0.60	0.48	0.46	0.43	0.36	0.27	0.49±0.15
Average	0.78	0.60	0.60	0.66	0.66	0.60	0.51	0.40	

Grand mean = 0.59, %CV. = 4.41

Table 2 Average air flow velocity through empty baskets layer for FR II.

Pallets	Layers								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Mean value
1	0.72	0.48	0.43	0.42	0.50	0.51	0.41	0.39	0.48±0.10
2	0.41	0.54	0.52	0.55	0.61	0.58	0.36	0.34	0.49±0.10
3	0.53	0.41	0.42	0.49	0.56	0.63	0.59	0.44	0.51±0.08
4	0.60	0.39	0.49	0.79	0.88	0.85	0.67	0.46	0.64±0.19
5	1.02	0.92	0.95	0.92	0.70	0.64	0.45	0.40	0.75±0.24
6	1.04	1.07	0.93	0.83	0.83	0.62	0.49	0.37	0.77±0.25
7	0.95	0.84	0.87	0.85	0.86	0.84	0.46	0.34	0.75±0.22
8	0.73	0.40	0.39	0.53	0.69	0.79	0.71	0.49	0.59±0.16
Average	0.75	0.63	0.63	0.67	0.70	0.68	0.52	0.40	

Grand mean = 0.62, %CV. = 6.43

Table 3 Average air flow velocity through empty baskets layer for FR III.

Pallets	Layers								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Mean value
1	0.71	0.61	0.53	0.62	0.81	0.90	0.92	0.62	0.72±0.14
2	0.63	0.42	0.43	0.44	0.55	0.56	0.56	0.57	0.52±0.08
3	0.73	0.49	0.44	0.54	0.70	0.83	0.85	0.87	0.68±0.17
4	0.87	0.63	0.56	0.55	0.59	0.68	0.84	1.03	0.71±0.18
5	0.79	0.64	0.70	0.98	1.10	1.23	1.18	0.99	0.95±0.22
6	0.80	0.67	0.65	0.74	0.83	1.01	0.76	0.58	0.75±0.13
7	0.95	0.63	0.54	0.60	0.69	0.78	0.83	0.82	0.73±0.14
8	0.76	0.64	0.50	0.47	0.52	0.59	0.78	1.10	0.67±0.21
Average	0.78	0.59	0.54	0.62	0.72	0.82	0.84	0.82	

Grand mean = 0.72, %CV. = 5.7

การตกค้างโดยเฉลี่ย พบค่าการตกค้าง SO_2 ในเนื้อโดยเฉลี่ยรวมในแบบที่ 1, 2 และ3 เท่ากับ 20.78, 33.32 และ 63.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 4-5) ตามลำดับ โดยแบบที่ 3 พบค่าการตกค้างของ SO_2 ในส่วนเนื้อเกินค่ามาตรฐานมากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทุกพาเลท เนื่องจากใช้พัดลม 2 ตัวแก๊สเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น ดังนั้นแก๊ส SO_2 สามารถไหลเวียนเข้าไปในตะกร้ามากขึ้นและเพิ่มการสัมผัสระหว่างแก๊สกับผลลำไย ค่าที่สูงเกินเกิดจากอัตรากำมะถันที่ใช้สูงเกินตาราง S-table 53% เท่ากับ 2.6 กก. คาดว่าค่าตกค้างไม่เกินเกณฑ์หากลดอัตราการใช้กำมะถันให้ไม่เกิน S-Table ±20% เท่ากับ 1.7±0.3 กก. เมื่อเปรียบเทียบกับแบบที่ 1 และ 2 พบค่าตกค้างต่ำ (Table 4) แต่ไม่สม่ำเสมอเนื่องจากการกระจายแก๊สไม่สม่ำเสมอ พบค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและค่าตกค้างในเนื้อ (r เท่ากับ 0.53) ดังนั้นก่อนติดตั้งพัดลมแบบถาวรโรงรมควรมีการทดลองวางพัดลมและปรับมุมทดสอบก่อนใช้งานจะช่วยแก้ไขปัญหาได้ ส่วนแบบที่ 3 พบการตกค้างสูงมีผลต่อคุณภาพสีเนื้อต่ำกว่าแบบอื่นๆ พบเกินระดับที่ยอมรับมากกว่า 2.0 (จาก 3.0) เมื่อเก็บรักษานาน 30 วันที่ 5 ˚C ในถุงพลาสติกเจาะรู ส่วนประเด็นเรื่องความร้อนในห้องรมพบสูงขึ้นเล็กน้อยตำแหน่งใกล้เตาเผา หลีกเลี่ยงโดยวางพาเลทให้ห่างจากเตาเผา

Table 4 Mean of SO_2 residue in longan flesh, pericarp and whole fruit of 8 pallets for treatments FR I and FR II.

Pallets	FR I			FR II		
	Flesh	Pericarp	Whole fruit	Aril	Pericarp	Whole fruit
1	14.14±14.09	1884.45±512.49	277.70±67.06	46.44±17.65	2351.00±516.89	359.28±95.86
2	19.60±16.59	1581.95±485.82	251.35±79.77	17.30±12.92	2086.42±633.37	299.01±80.98
3	15.55±16.38	1737.34±174.92	283.95±31.94	34.21±42.36	1939.33±427.49	280.74±58.48
4	38.20±16.56	2167.49±208.26	320.97±46.13	14.55±23.93	1858.31±477.14	276.17±39.18
5	15.15±15.46	1922.63±174.99	288.23±24.07	36.71±27.93	1996.26±477.93	258.56±76.50
6	22.96±18.11	1566.35±253.00	265.43±21.52	51.65±18.25	2244.54±655.00	339.42±59.15
7	18.83±11.66	1799.47±82.20	284.24±19.72	30.88±21.87	1820.78±254.90	289.85±19.28
8	21.81±21.17	1878.75±235.24	272.72±40.64	34.78±25.00	1888.11±201.84	252.86±45.19
Grand mean	20.78	1817.30	280.58	33.32	2,023.09	294.49

Table 5 Mean of SO_2 residue in longan flesh, pericarp and whole fruit of 8 pallets for treatment FR III.

Pallets	FR III		
	Flesh	Pericarp	Whole fruit
1	52.31±27.45	2429.84±453.68	390.30±70.11
2	52.47±27.40	2278.66±595.86	403.30±83.21
3	71.48±18.25	2113.52±153.86	204.67±168.96
4	61.52±21.56	2144.29±697.69	331.76±235.45
5	82.33±31.92	1932.70±310.92	358.04±57.55
6	59.07±26.21	1920.98±297.94	354.53±41.11
7	52.85±35.36	2183.25±845.02	369.88±84.84
8	79.89±46.96	2522.91±411.34	495.94±63.59
Grand mean	63.99	2,190.77	363.55

สรุป

การใช้พัดลมสองตัวและปรับทิศทางให้เหมาะสมช่วยกระจายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ดีกว่าแบบ 1 ตัว พบค่าความเร็วไหลผ่านทุกชั้นและทุกพาเลทให้สม่ำเสมอมีผลทำให้ก๊าซสัมผัสกับผลลำไยดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล, จาตุพงศ์ วาฤทธิ์ และสมเกียรติ จตุรงค์ล้ำเลิศ. 2550. การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) กับผลลำไยสดด้วยวิธีหมุนเวียนอากาศแบบ forced-air. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 87 หน้า.

AOAC. 2005. Sulfites in Food Optimized Monier – Williams Methods, Vol.2, Ch. 47, Official Method 990.28, Section 47.3.43. In Official Method of AOAC, 17th edition.